

Trabajo Fin de Grado

Efectos del entrenamiento pliométrico sobre
la condición física en niños prepúberes

Effects of plyometric training on physical
fitness in prepubertal children

Autor

Sergio López Salaber

Director

Germán Vicente Rodríguez

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte
2016

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO E HIPÓTESIS	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Participantes	5
3.2 Protocolo del estudio.....	6
3.3 Variables valoradas en el estudio.....	7
3.4 División en grupos	10
3.5 Entrenamientos pliométricos.....	11
3.6 Tratamiento de los datos	13
4. RESULTADOS	14
5. DISCUSIÓN.....	21
6. CONCLUSIONES.....	25
AGRADECIMIENTOS.....	26
7. BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	31

1. INTRODUCCIÓN

La condición física, entendida desde una perspectiva de salud, es la capacidad de llevar a término las actividades de la vida diaria con vigor y diligencia, sin cansancio indebido y con energía suficiente para disfrutar de las actividades del tiempo libre y para afrontar las emergencias imprevistas que se presenten (1). Multitud de estudios han señalado que aquellas personas más activas presentan mejor perfil de condición física (2), un menor porcentaje de grasa corporal (3) y menor riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas (4) entre otros muchos beneficios. Por tanto, el ejercicio físico contribuye a obtener una mejor condición física y una mejora de la salud de la persona.

A mayor práctica de ejercicio físico, mayores son los beneficios que se obtienen para la salud (3,5). En el caso de los niños, no es diferente, ya que es bien sabido que la actividad física representa uno de los componentes principales para mejorar su calidad de vida y para reducir el riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular y otras causas (cáncer, obesidad, diabetes) (6,7). Por ello se hace mucho hincapié en la salud de los más jóvenes, con el objetivo de prevenir la aparición de enfermedades durante la edad adulta.

El fútbol sala es un deporte muy practicado hoy en día en nuestro país, puesto que reúne las condiciones de que se trata de una práctica similar al fútbol pero en un terreno de juego reducido y generalmente se practica a cubierto. Por ello se adapta mejor a las características de los niños (8). La práctica del fútbol sala, al igual que el deporte en general, está teniendo un gran auge en los últimos años, y con ello también el número de entrenamientos que se realizan durante la semana. Es habitual que además de realizar el entrenamiento técnico-táctico de cada modalidad deportiva, una parte del mismo vaya destinado a la mejora de las capacidades físicas, bien sea con objetivos de aumentar rendimiento o a la prevención de lesiones (9).

Un tipo de entrenamiento que suelen utilizar a menudo en fútbol sala es el entrenamiento pliométrico, que aunque fue desarrollado originalmente para el equipo olímpico soviético (10), se ha demostrado que es totalmente viable y sin duda

beneficioso para una persona físicamente activa incorporar algunas actividades pliométricas en una rutina de ejercicio (11).

La acción pliométrica consiste en un ciclo de estiramiento-acortamiento (12), durante el cual, el músculo preactivado se estira primero (acción excéntrica) y seguido por la acción de acortamiento (concéntricas), de manera que mediante este trabajo se lleva a cabo una reutilización de la energía elástica del movimiento, así como el aprovechamiento del reflejo miotático con el objetivo de conseguir una mayor velocidad en la aplicación de fuerza disminuyendo el tiempo del ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) (13). El fútbol sala es un deporte intermitente de carácter explosivo donde la mayoría de acciones físicas que se llevan a cabo (por ejemplo, sprint, cambio de dirección, o saltar) tienen una duración inferior a 5 segundos lo que determina una gran importancia del CEA y por tanto el entrenamiento pliométrico podría aportar muchos beneficios a esta práctica deportiva (14).

Está claramente comprobado que bajo un volumen y una intensidad adecuada el ejercicio pliométrico es totalmente seguro en niños púberes (15) y entre los muchos beneficios que se le atribuyen en su aplicación en este tipo de participantes, destacan una mejora potencial en la velocidad de movimiento, velocidad de carrera, la producción de energía, capacidad de salto (16–18) y aumento de fuerza muscular (19).

Sin embargo existe cierta controversia en su aplicación en niños más pequeños, con desarrollo aun prepuberal, porque no se sabe si es igualmente efectivo como en adultos o en niños más mayores y porque no está claro si el entrenamiento pliométrico puede ser una manera segura y eficaz para el progreso de carga de ejercicio (16). Se ha comprobado que una serie aguda de ejercicio pliométrico intenso puede inducir un daño muscular a corto plazo y respuestas inflamatorias marcadas transitorias, por ello se remarca claramente la necesidad de un control exhaustivo y una recuperación suficiente entre las sucesivas sesiones de entrenamiento de ejercicios pliométricos (20). No obstante, parece asumible que en niños prepúberes sea aplicable este tipo de entrenamiento, bajo las condiciones de mantener un nivel controlado de intensidad y una recuperación suficiente entre sesiones (12).

2. OBJETIVO E HIPÓTESIS

Un programa de entrenamiento pliométrico de 9 semanas con 18 sesiones puede aumentar el nivel de condición física en los niños prepúberes que practican fútbol sala.

El objetivo de este estudio va a ser valorar cómo afecta un entrenamiento pliométrico de 9 semanas a la condición física de niños prepúberes desde tres perspectivas diferentes, años de experiencia, nivel de condición física y nivel de IMC.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

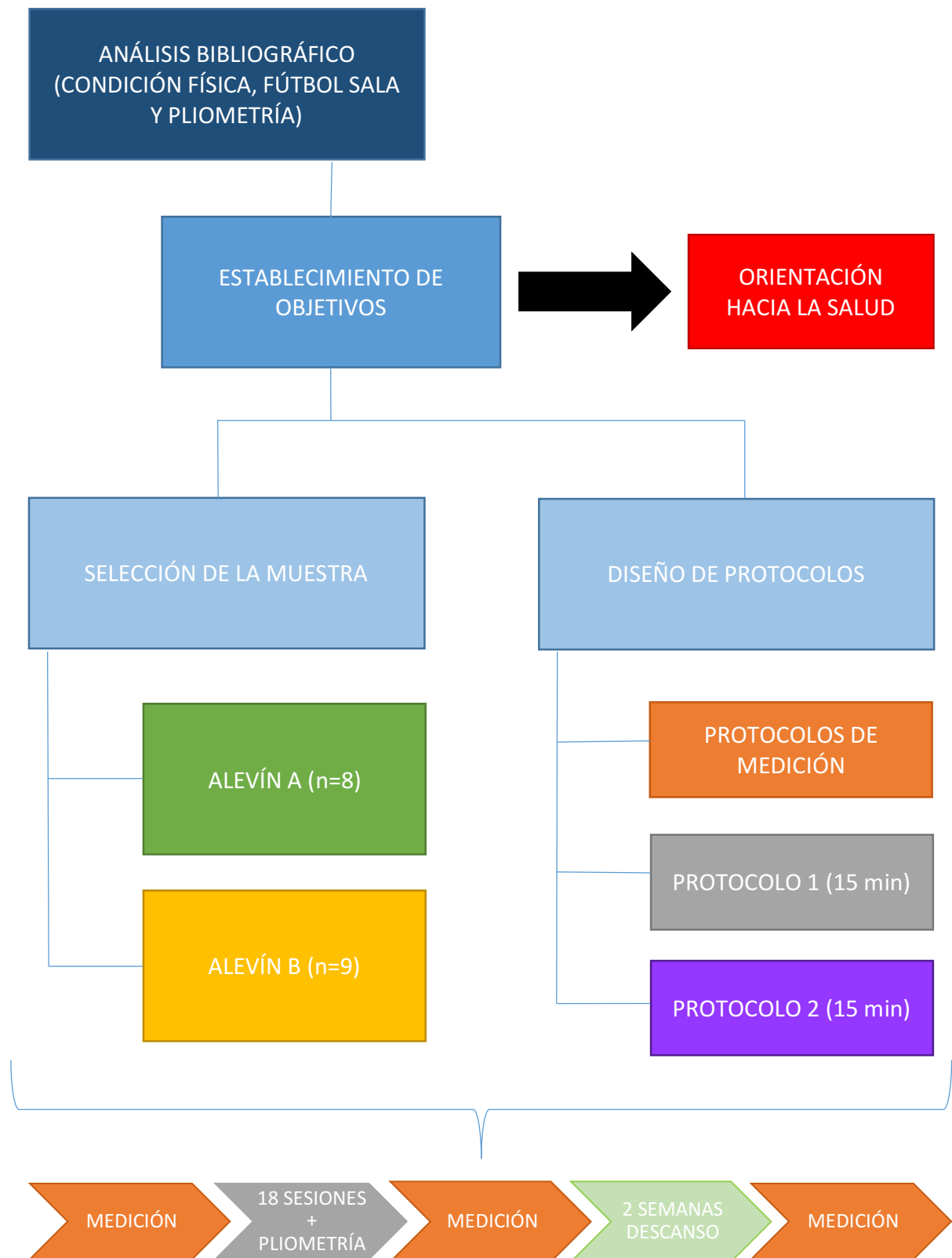
3.1 Participantes

Los participantes escogidos para la realización del estudio pertenecen al club de fútbol sala Monegros Sur de la localidad de Bujaraloz. Se trata de 17 niños varones, de los cuales 8 pertenecen al Monegros Sur Alevín A, y los 9 restantes al equipo B. Todos tienen edades comprendidas entre los 9 y los 11 años ($9,94 \pm 0,83$ años al comienzo del estudio) y también cuentan con un desarrollo de edad biológica prepuberal (<2 Escala Tanner). Ambos equipos entrenan 2 veces a la semana, cada entrenamiento tiene una duración de hora y media. Además de estos entrenamientos, semanalmente se lleva a cabo un partido de competición de liga aragonesa de fútbol sala, con una duración de dos partes de 25 minutos, haciendo un total de 50 minutos.

Todos los participantes debido a su condición de menores de edad, han tenido que traer un consentimiento firmado por parte de su padre, madre o tutor legal donde se explica claramente las pruebas que van a realizar, la finalidad del estudio y cualquier aspecto que pudiera comprometer la salud o seguridad del niño, y que una vez firmado les autoriza a participar tanto en las pruebas para la valoración de condición física como en los entrenamientos organizados para este estudio. El estudio se realizó de acuerdo con la declaración de Helsinki de 1964 (revisada en Fortaleza, 2013), promulgada por la Asociación Médica Mundial (WMA) como un cuerpo de principios éticos que se deben respetar en la experimentación con seres humanos.

3.2 Protocolo del estudio

Figura 1. Diagrama explicativo del protocolo del estudio



Como vemos explicado en la figura 1, durante 10 semanas se ha llevado a cabo una inclusión de pliometría dentro de los entrenamientos de los dos equipos. Esta pliometría se realizaba durante 15 minutos dentro del tiempo de las sesiones habituales, después del calentamiento y anterior al entrenamiento específico de fútbol sala o parte principal de la sesión. Se ha llevado a cabo una programación por la cual la primera y última sesión de estas 10 semanas se usarán para realizar las mediciones de las variables de la condición física escogidas, es decir, la sesión 1 y la 20. Durante el resto de entrenamientos se intervendrá mediante ejercicios pliométricos además de la parte específica que vienen entrenando habitualmente. Pasado este tiempo habrá un receso de 2 semanas, tanto de entrenamientos como de competición, coincidiendo con la festividad de Semana Santa. Tras este receso se volverá a realizar las mediciones para comprobar si existe una reversibilidad del entrenamiento y sobre las ganancias obtenidas si las hubiere.

3.3 Variables valoradas en el estudio

Para medir las variables de la condición física se ha utilizado los test que vienen incluidos dentro de la batería ALPHA (21). Hemos considerado que esta se adaptaba mejor a las capacidades y edad de los niños valorados. Así mismo también dentro de la misma hemos escogido ciertos test por considerarlos más adecuados por su similitud a las acciones propias del fútbol sala y que propiamente tengan su importancia desde un punto de vista relacionado con la salud. De esta forma los test escogidos son los siguientes.

- IMC (kg/m^2): Con el objetivo de medir la masa corporal, ya que un mayor IMC se asocia con un peor perfil cardiovascular (22). Para calcular este dato hay que tomar el peso corporal en kilogramos y dividirlo por el cuadrado de la estatura en metros.
 - Peso corporal: El niño, descalzo, se situará en el centro de la plataforma de la báscula distribuyendo su peso entre ambos pies, mirando al frente, con los brazos a lo largo del cuerpo, y sin realizar ningún movimiento. Se registrará la medida con una aproximación de 0,1 kg. Se ha realizado la medida con la báscula Bosch AxxenceAnalysis Graphic

- Estatura: El niño, descalzo, de pie, con los talones juntos y con los brazos a lo largo del cuerpo. Los talones, glúteos y parte superior de la espalda estarán en contacto con el tallímetro (Seca 213, Seca S.L. Italy). La cabeza se orientará en el Plano Frankfort. El niño/a inspirará profundamente y mantendrá la respiración, realizándose en ese momento la medición sin tener en cuenta el pelo. Se registrará la medición con una aproximación de 0,1 cm.
- Perímetros (ISAK, 2001): Con el objetivo de medir la composición corporal de los niños:
 - De cintura: Con el objetivo de evaluar la grasa corporal abdominal. Un mayor perímetro de la cintura es un mayor factor de riesgo de enfermedad cardiovascular. La medición se realiza con los participantes de pie, con la camiseta levantada y sobre la cintura mínima obvia, si esta no se observa la medida se tomará en el punto medio entre el borde del costal inferior (10ª costilla) y la cresta ilíaca. Se realizarán dos medidas no consecutivas y se registra con una aproximación de 0,1 cm
 - De muslo: El niño se coloca de pie, distribuyendo el peso en ambos pies. Se localiza la línea media del muslo y realizamos la medición. Se realizarán dos medidas no consecutivas y se registra con una aproximación de 0,1 cm.
 - De gemelo: Con el participante sentado de forma que la rodilla quede en un ángulo de 90º, se realizará la medición en la zona de mayor perímetro del gemelo. Se realizarán dos medidas no consecutivas y se registra con una aproximación de 0.1 cm.
- Fuerza máxima: la fuerza muscular está inversamente asociada con factores de riesgo de enfermedad cardiovascular establecidos y emergentes, dolor de espalda y con la densidad y contenido mineral óseo (23).
 - Extremidad superior mediante dinamometría manual (21): Los participantes se colocarán de pie con los brazos estirados a lo largo del

cuerpo. Se coge el dinamómetro (SMEDLEY III T-19D) con los botones mirando hacia fuera para evitar que se apague. Se aplica la fuerza 3-4 segundos y se anota la medida. Se realizan dos medidas para cada brazo no consecutivas. Se registrará la medida con una aproximación de 0,1 kg de presión.

- Fuerza explosiva de extremidades inferiores mediante salto a pies juntos (21): Los participantes de pie delante de la línea que marca el inicio deberá saltar a pies juntos y caer lo más alejado del punto de partida. Hay que aterrizar con los dos pies a la vez y no está permitido moverlos. Se tomará la medida de la parte del talón del pie más atrasado. Se registrará la medida con una aproximación de 0,1 cm.
- Capacidad Motora (Test 10x4) Para medir la velocidad de movimiento, agilidad y coordinación. Mejoras en este ámbito parecen tener un efecto positivo sobre la salud ósea (24). En una distancia de 10 metros entre dos líneas se colocan 3 petos, dos en una y otro en la línea de salida. El objetivo es cogerlo y transportarlo a la otra línea, para dejarlo y coger otro. Es requisito superar la línea con ambos pies al coger el peto y ha de dejarse en el suelo, no vale lanzarlo. Se realizará la medición del tiempo con un cronómetro manual y se registrará con una aproximación de 0,01 segundos.
- Capacidad Aeróbica mediante el test de ida y vuelta de 20m (21): Niveles altos de capacidad aeróbica durante la niñez y la adolescencia están asociados con una salud cardiovascular actual y futura más saludable (25). En esta ocasión todos la realizan a la vez. Se colocan en un lateral de la pista de fútbol sala y tienen que desplazarse hasta la otra línea antes de que suene el siguiente pitido teniendo que sobrepasar los pies. Se registrará la medida en minutos.
- Flexibilidad mediante el test de flexión de tronco en cajón antropométrico (26): Los niños se sitúan descalzos frente al lado más ancho del cajón teniendo toda la planta de los pies en contacto con el cajón. Flexionar el tronco adelante sin flexionar las piernas, extendiendo los brazos y la palma de la mano sobre la regleta lo más posible. Se anotará la posición máxima capaz de mantenerse

durante al menos 2 segundos. Se realizarán dos medidas no consecutivas y se anotará la media.

- Cuestionario de actividad física: Así mismo también he valorado por medio del physical activity questionnaire (PAQ-C) (27) los niveles de actividad física que normalmente tienen los niños que han realizado este estudio, midiendo su actividad en los 7 días anteriores a la realización del cuestionario.

3.4 División en grupos

En este apartado se va a explicar como se ha llevado a cabo la división para comparar entre diversos grupos:

- Por años de experiencia: Debido a que los niños con los que se realiza el estudio poseen distinta experiencia en la práctica deportiva del fútbol sala se ha considerado interesante evaluar como afectaría el entrenamiento pliométrico dependiendo de la experiencia. Se ha considerado la división a partir de 4 años de práctica, que es lo que llevan los jugadores de uno de los equipos para contrastarlo con el otro equipo en el que sus jugadores no tienen experiencia.
- Por IMC: Se consideró debido a la gran variedad de resultados obtenidos, creyendo conveniente dividirlos entre aquellos que presentan un IMC mayor y menor de 18, que es el valor mínimo que se considera una masa corporal normal. Valores menores de 18 se consideran delgados o bajo peso. Se ha propuesto ver las diferencias con el entrenamiento pliométrico de aquellos más delgados contra los valores normales.
- Por nivel inicial de condición física: Con los valores de las pruebas de condición física de la primera medición, se llevó a cabo una división entre aquellos que presentaban valores más altos y los que obtenían resultados más bajos, según el percentil 50 del score de condición física. Este score se calculó con los datos obtenidos en las pruebas físicas de fuerza máxima de las extremidades superiores, inferiores, capacidad aeróbica, capacidad motora y flexibilidad. Esta posibilidad se contempló para valorar como influía el entrenamiento pliométrico dependiendo del grado de condición física de los niños.

3.5 Entrenamientos pliométricos

Se llevaban a cabo durante las sesiones de entrenamiento con una duración de 15 minutos dentro de la misma. Los martes se llevaba a cabo la sesión 1, mientras que los viernes se realizaba la sesión 2.

ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO 1			
Escalera de agilidad	Multiple 5 Bound	10m Sprint	SJ y CMJ
2 repeticiones 2 series frente 2 series lado iz. y 2 lado dcho Descanso: 15" rep. 40" ser.	5 saltos 3 series Descanso: 15" rep. 40" ser.	3 repeticiones Descanso: 30" rep.	5 saltos Descanso: 30" rep.

Entrenamiento pliométrico 1

- Escalera de agilidad de 8 espacios: desde una posición de pie iniciar la marcha sobre la escalera metiendo ambos pies dentro de cada espacio alternativamente pasando de un espacio al siguiente lo más rápido posible sin tocar la escalera para finalizar con 8 mini saltos, 2 series de frente, y luego lateralmente 2 series en cada dirección.
- Multiple 5 Bounds Test: se inicia desde una posición de pie. Los participantes tratan de cubrir la mayor distancia mediante la realización de 5 saltos consecutivos hacia adelante con los contactos alternativos izquierdo y derecho de la pierna. El ejercicio se realizará 3 veces.
- 10m Sprint: Los participantes realizaban un sprint durante 10 metros, en el cual no se les permite hacer un comienzo "rodando", para eliminar el impulso. Se les instruyó para correr con el máximo esfuerzo cuando estaban listos. El ejercicio se realizará 3 veces.
- Squat jump (SJ): el participante debe efectuar un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla, con el tronco erguido y con las manos dispuestas

en la cintura. El salto, firme, realizado sin la ayuda de los brazos y sin realizar contramovimiento hacia abajo. Se realizarán 5 saltos durante la sesión.

- Counter movement jump (CMJ): En esta prueba el participante se encuentra en posición erguida con las manos en la cintura, teniendo que efectuar un salto vertical después del contramovimiento hacia abajo (deben flexionarse las piernas hasta 90°). Durante la acción de flexión de tronco debe permanecer lo más erguido posible para evitar cualquier posible influencia en el rendimiento de los miembros inferiores. Se realizarán 5 saltos durante la sesión.

ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO 2			
Salto lateral sobre obstáculo	Subida a banco	Prueba agilidad	Drop Jump
8 repeticiones 3 series Descanso: 30" entre series	8 repeticiones 3 series Descanso: 30" entre series	5 repeticiones Descanso: 30" entre rep.	8 saltos Descanso: 30" entre rep.

Entrenamiento pliométrico 2

- Salto lateral sobre obstáculo: Con un cono de unos 20 cm de altura, el participante se coloca en uno de los lados lateralmente. Saltar hacia arriba, pero empujando hacia un lado y levantar las rodillas para saltar por encima del cono. Se realizarán 8 saltos durante 3 series por sesión.
- Subida banco alternativa: Con un cajón de 20 cm de altura delante, el participante se coloca de pie con uno de los pies encima del mismo. Hay que darse impulso para subir el otro pie para intentar conseguir la extensión total de la pierna. Caer con los pies intercambiados. Se realizarán 8 repeticiones de subida a banco y 3 series por sesión.
- Prueba de agilidad: consta de cuatro cambios de 60 grados de la dirección de más de 10 metros. Cuatro postes de aproximadamente 1,5 m de altura se colocan en el suelo para indicar el cambio de dirección. Los participantes no se les permite tocar los postes. Se realizarán 5 repeticiones por sesión con descanso de 30 segundos.

- Drop Jump: Sobre el banco de 20 cm de altura, los niños se colocan encima de él. A continuación, se dejarán caer al suelo dando un paso hacia el frente (no saltando) y cuando entran en contacto con él, deben saltar todo lo fuerte que puedan hacia arriba, de manera vertical. Se realizarán 8 saltos por sesión.

3.6 Tratamiento de los datos

Dado que los niños de estos equipos tenían niveles diferentes de experiencia en la práctica de fútbol sala y posiblemente condición física e IMC todos los participantes, se han clasificado de forma paralela por años de experiencia (más o menos de 4 años de práctica), condición física (por encima o por debajo del percentil 50 del score de condición física) y nivel de IMC (por encima y por debajo de 18kg/m^2), así como en diferentes momentos del estudio (las tres mediciones, preentrenamiento, postentrenamiento y desentrenamiento) para hacer tres comparaciones diferentes en función de esas variables.

Todos los análisis se han realizado usando STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS):

- Tratamiento descriptivo de los datos, obteniendo las medias, las desviaciones típicas y los porcentajes de cambio.
- Cálculo de z-score para la división entre grupos por nivel de condición física. El z-score se llevó a cabo por medio de los resultados obtenidos en las variables de fuerza máxima de las extremidades superiores, inferiores, capacidad aeróbica, capacidad motora y flexibilidad. Una vez obtenidos los resultados se calculó el percentil 50 y se dividieron a los niños entre los que se encontraban por encima del percentil y los que no lo alcanzaban.
- Pruebas T de student para muestras relacionadas analizando las diferencias significativas entre las diferentes mediciones, y con la misma prueba pero para muestras independientes se calculó las diferencias estadísticamente significativas entre grupos.
- Nivel de significación $p < 0.05$

4. RESULTADOS

En la tabla 1 podemos encontrar los valores descriptivos de todos los participantes en las tres mediciones, preentrenamiento, postentrenamiento y desentrenamiento, así como el porcentaje de variación entre cada una de ellas. Podemos señalar que durante el periodo de entrenamiento la velocidad 10x4 es mayor al final del entrenamiento que al principio al igual que el peso y la altura, así como una disminución del perímetro de muslo izquierdo ($p<0.05$, tabla 1). Tras el periodo de desentrenamiento en comparación con los datos del final del periodo de entrenamiento se destacan un aumento en la fuerza máxima de las extremidades superiores, la altura y una importante disminución en la capacidad aeróbica ($p<0.05$). Por último, englobando todo el proceso, la fuerza máxima de extremidades superiores, capacidad motora, altura y peso son mayores al final del proceso de desentrenamiento respecto al inicio del entrenamiento, siendo menor el perímetro de muslo izquierdo y gemelo derecho ($p<0.05$).

En la tabla 2 encontramos los datos respecto al cuestionario “Physical Activity Questionnaire for Children” (PAQ-C), tanto los valores medios de todo el grupo, diferenciando por experiencia, IMC y nivel de condición física, sin que haya diferencias significativas en ninguno de los grupos.

Efecto de los años de práctica (± 4 años):

En la tabla 3 podemos ver los valores descriptivos obtenidos diferenciando entre grupos según el efecto de los años de práctica en fútbol sala. Se puede apreciar que al inicio del periodo de entrenamiento son mayores los valores de edad, altura y fuerza máxima de las extremidades superiores en aquellos más experimentados ($p<0.05$, tabla 3). Al final del periodo de entrenamiento siguen sido mayores los valores de edad y altura en los más experimentados, siendo los valores de fuerza máxima superior similares entre los dos equipos a diferencia de la primera medición ($p<0.05$). Respecto a los incrementos entre el inicio y fin del periodo de entrenamiento altura, fuerza de las extremidades superiores y velocidad han tenido un aumento en el grupo menos experimentado junto a una disminución del perímetro de gemelo de la pierna derecha ($p<0.05$). En los más experimentados se aprecia un aumento del peso y altura

en comparación con el inicio del entrenamiento y una disminución del perímetro del muslo izquierdo ($p<0.05$). Tras el periodo de desentrenamiento, en los valores de ambos grupos encontramos diferencias únicamente en la variable de la altura, siendo mayor en aquellos de más de 4 años de experiencia ($p<0.05$). Los incrementos durante este corto periodo de desentrenamiento solo muestran un aumento de la fuerza máxima de extremidades superiores en el grupo con más experiencia ($p<0.05$). En la comparativa de incrementos entre el inicio del entrenamiento y el periodo de desentrenamiento en el grupo de menos de 4 años de experiencia destacamos un aumento de la edad, la altura, la fuerza máxima de las extremidades superiores, velocidad y agilidad, así como una disminución del perímetro del gemelo derecho respecto a los valores iniciales, mientras que en el otro grupo encontramos una mejora de la altura y una disminución del perímetro del muslo izquierdo respecto a los valores iniciales ($p<0.05$).

Efecto del IMC (± 18 IMC):

En la tabla 4 podemos ver todos los valores descriptivos diferenciando entre grupos por nivel de índice de masa muscular (IMC). Podemos ver que al inicio del periodo de entrenamiento el peso, IMC y perímetros son mayores en aquellos de mayor masa corporal, así como una menor capacidad aeróbica ($p<0.05$, tabla 4). Tras el periodo de entrenamiento las diferencias entre grupos siguen siendo las mismas que al principio del entrenamiento. En cuanto a los incrementos respecto a los valores iniciales en el grupo de menor masa existe un aumento del peso, altura y una disminución del perímetro del muslo izquierdo ($p<0.05$). Mientras que en el otro grupo, altura, capacidad aeróbica, velocidad y agilidad han aumentado respecto a la primera medición, por el contrario el IMC ha disminuido en el mismo periodo de tiempo ($p<0.05$). Tras el periodo de desentrenamiento siguen siendo mayores los valores de IMC y perímetros en el grupo de >18 IMC ($p<0.05$). Los incrementos en el periodo de desentrenamiento solo nos muestran variaciones en aquellos de menor masa corporal, con un aumento de la altura, IMC y fuerza máxima de las extremidades superiores, por el contrario existe una disminución de la capacidad aeróbica respecto al fin del periodo de entrenamiento ($p<0.05$). En la comparativa de incrementos entre el inicio del entrenamiento y el periodo de desentrenamiento el grupo <18 IMC ha

aumentado el peso, altura, IMC, velocidad y agilidad, y ha disminuido sus perímetros de cintura y de muslo izquierdo respecto a los valores iniciales del estudio ($p<0.05$). El grupo >18 IMC en el mismo periodo de tiempo ha aumentado su altura, resistencia aeróbica, fuerza máxima de las extremidades superiores y ha disminuido su perímetro de gemelo de la pierna derecha ($p<0.05$).

Efectos del nivel de condición física:

En la tabla 5 podemos ver todos los valores descriptivos diferenciando entre grupos por nivel de condición física. Al inicio del periodo de entrenamiento los únicos valores con diferencias significativas son la fuerza máxima de extremidades superiores e inferiores, que es mayor en aquellos con mejor condición física ($p<0.05$, tabla 5). Al final del periodo de entrenamiento no hay diferencias significativas entre grupos. Respecto a los incrementos que ha habido respecto al inicio del entrenamiento en los niños más desacondicionados hay mejoras en peso y altura, además de una disminución de la flexión de tronco y de los perímetros del muslo izquierdo y gemelo de la pierna derecha ($p<0.05$). En el grupo con mejor condición física también encontramos mejoras respecto a los valores iniciales de peso y altura, además de un incremento positivo de la velocidad y agilidad, mientras que existe una disminución del perímetro del muslo izquierdo en el mismo periodo de tiempo ($p<0.05$). En el periodo después del desentrenamiento sigue sin existir diferencias significativas entre grupos, y respecto al incremento durante este periodo de tiempo solo existe en el grupo con mayor condición física una disminución importante de la resistencia aeróbica ($p<0.05$). En la comparativa de incrementos entre el inicio del entrenamiento y el periodo de desentrenamiento en el grupo con menor condición física se evidencia un aumento de la altura y de la fuerza máxima de las extremidades superiores, además de una disminución de la flexibilidad de tronco ($p<0.05$). En el grupo con mayor condición física se evidencia en el mismo periodo de tiempo de un aumento de la edad, altura, peso, fuerza máxima de las extremidades superiores, velocidad, agilidad y por último una disminución del perímetro de muslo izquierdo ($p<0.05$).

Seguridad: No se ha descrito ningún efecto adverso del entrenamiento sobre los niños durante las sesiones.

Tabla 1. Variables descriptivas de todo el grupo.

	INICIO ENTRENAMIENTO		FIN DE ENTRENAMIENTO		DESENTRENAMIENTO	
	TODOS ₁	$\Delta_1 - \Delta_2$	TODOS ₂	$\Delta_2 - \Delta_3$	TODOS ₃	$\Delta_1 - \Delta_3$
EDAD (años)	9,94 ± 0,90	1,21%	10,06 ± 0,90	2,29%*	10,29 ± 1,05	3,52%*
PESO (kg)	38,81 ± 6,40	1,47%*	39,38 ± 6,33	0,58%	39,61 ± 6,07	2,06%*
ALTURA (cm)	143,29 ± 6,64	1,03%*	144,76 ± 6,70	0,17%*	145,00 ± 6,82	1,19%*
IMC (kg/m ²)	18,84 ± 2,31	-0,64%	18,72 ± 2,15	0,32%	18,78 ± 2,04	-0,32%
COURSE NAV (min)	6,19 ± 2,49	8,89%	6,74 ± 1,53	-9,20%*	6,12 ± 1,55	-1,13%
HAND GRIP IZDA.	17,46 ± 2,55	0,34%	17,52 ± 2,42	6,85%*	18,72 ± 3,28	7,22%*
HAND GRIP DCHA.	17,89 ± 2,86	8,27%	19,37 ± 3,24	6,50%*	20,63 ± 3,03	15,32%*
FLEX. TRONCO (cm)	26,21 ± 5,69	-0,34%	26,12 ± 6,52	-0,80%	25,91 ± 5,73	-1,14%
10X4 (m/s)	2,89 ± 0,19	4,50%*	3,02 ± 0,21	-0,33%	3,01 ± 0,22	4,15%*
SALTO DE PIES (cm)	140,88 ± 16,73	0,55%	141,65 ± 17,08	-0,79%	140,53 ± 17,56	-0,25%
PER. CINTURA (cm)	66,53 ± 4,95	0,75%	67,03 ± 6,06	-0,84%	66,47 ± 5,86	-0,09%
PER. MUSLO IZDA (cm)	43,79 ± 3,52	-3,49%*	42,26 ± 3,03	-1,18%	41,76 ± 3,32	-4,64%*
PER. MUSLO DCHA (cm)	43,06 ± 3,60	-0,35%	42,91 ± 3,44	-1,17%	42,41 ± 3,14	-1,51%
PER. GEMELO IZDA (cm)	33,74 ± 2,44	0,50%	33,91 ± 2,20	-0,18%	33,85 ± 2,52	0,33%
PER. GEMELO DCHA (cm)	34,09 ± 2,46	-1,38%	33,62 ± 2,41	-0,27%	33,53 ± 2,48	-1,64%*

Tabla 2. Variables descriptivas de todos los grupos en el cuestionario PAQ-C.

	TODOS	> 4 AÑOS EXP	< 4 AÑOS EXP	<18 IMC	>18 IMC	< COND. FÍS.	>COND. FÍS.
PAQ-C	3,64 ± 0,66	3,50 ± 0,69	3,77 ± 0,64	3,58 ± 0,69	3,74 ± 0,65	3,46 ± 0,85	3,80 ± 0,42

Tabla 3. Variables descriptivas según los años de práctica de fútbol sala.

	INICIO ENTRENAMIENTO		FIN PERIODO DE ENTRENAMIENTO				TRAS PERIODO DE DESENTRENAMIENTO					
	< 4 AÑOS EXP ₁	> 4 AÑOS EXP ₁	< 4 AÑOS EXP ₂	$\Delta_1 - \Delta_2$	> 4 AÑOS EXP ₂	$\Delta_1 - \Delta_2$	< 4 AÑOS EXP ₃	$\Delta_2 - \Delta_3$	> 4 AÑOS EXP ₃	$\Delta_2 - \Delta_3$	$\Delta_1 - \Delta_3$	$\Delta_1 - \Delta_3$
EDAD (años)	9,44 ± 0,73	10,5 ± 0,76*	9,56 ± 0,73	1,27	10,62 ± 0,74*	1,14	9,89 ± 1,05	3,45	10,75 ± 0,89	1,22	4,77*	2,38
PESO (kg)	38,38 ± 7,67	39,29 ± 5,09	38,84 ± 7,62	1,20	39,99 ± 4,95	1,78*	39,20 ± 7,55	0,93	40,06 ± 4,31	0,18	2,14	1,96
ALTURA (cm)	139,89 ± 6,64	147,13 ± 4,32*	141,33 ± 6,73	1,03*	148,63 ± 4,34*	1,02*	141,56 ± 7,02	0,16	148,88 ± 4,20*	0,17	1,19*	1,19*
IMC (kg/m ²)	19,47 ± 2,53	18,12 ± 1,94	19,31 ± 2,44	-0,82	18,06 ± 1,67	-0,33	19,43 ± 2,37	0,62	18,04 ± 1,39	-0,11	-0,21	-0,44
COURSE NAV (min)	5,82 ± 2,52	6,59 ± 2,56	6,07 ± 1,33	4,30	7,50 ± 1,44	13,81	5,78 ± 1,18	-4,78	6,50 ± 1,89	-13,33	-0,69	-1,37
HAND GRIP IZDA.	16,19 ± 2,04	18,90 ± 2,36*	16,67 ± 2,21	2,96	18,48 ± 2,42	-2,22	17,32 ± 2,36	3,90	20,29 ± 3,60	9,79*	6,98	7,35
HAND GRIP DCHA.	16,20 ± 2,39	19,79 ± 2,10*	19,36 ± 3,27	19,51*	19,39 ± 3,43	-2,02	20,24 ± 3,17	4,55	21,06 ± 3,02	8,61	24,94*	6,42
FLEX. TRONCO (cm)	26,38 ± 7,56	26,00 ± 2,85	25,67 ± 7,84	-2,69	26,63 ± 5,11	2,42	26,00 ± 7,33	1,29	25,81 ± 3,71	-3,08	-1,44	-0,73
10X4 (m/s)	2,82 ± 0,22	2,98 ± 0,10	2,98 ± 0,26	5,67*	3,07 ± 0,14	3,02	2,99 ± 0,29	0,97	3,03 ± 0,11	-0,23	6,03*	1,68
SALTO DE PIES (cm)	134,44 ± 16,59	148,13 ± 14,56	137,11 ± 18,82	1,99	146,75 ± 14,34	-0,93	135,00 ± 18,30	-1,54	146,75 ± 15,44	0,00	0,42	-0,93
PER. CINTURA (cm)	66,33 ± 4,88	66,75 ± 5,39	67,83 ± 7,16	2,26	66,13 ± 4,85	-0,93	67,61 ± 6,94	-0,32	65,19 ± 4,47	-1,42	1,93	-2,34
PER. MUSLO IZDA (cm)	43,28 ± 4,27	44,38 ± 2,62	42,17 ± 3,55	-2,56	42,38 ± 2,56	-4,51*	42,22 ± 4,05	0,12	41,25 ± 2,43	-2,67	-2,45	-7,05*
PER. MUSLO DCHA (cm)	42,56 ± 4,16	43,63 ± 3,01	42,61 ± 4,06	0,12	43,25 ± 2,82	-0,87	42,39 ± 3,91	-0,52	42,44 ± 2,24	-1,87	-0,40	-2,73
PER. GEMELO IZDA (cm)	33,89 ± 2,80	33,56 ± 2,13	33,94 ± 2,11	0,15	33,88 ± 2,30	0,95	33,89 ± 2,65	-0,15	33,81 ± 2,53	-0,21	0,00	0,74
PER. GEMELO DCHA (cm)	34,22 ± 2,69	33,94 ± 2,35	33,39 ± 2,37	-2,43*	33,88 ± 2,59	-0,18	33,50 ± 2,66	0,33	33,56 ± 2,44	-0,94	-2,10*	-1,12

Tabla 4. Variables descriptivas según el nivel de IMC.

	INICIO ENTRENAMIENTO			FIN PERIODO DE ENTRENAMIENTO				TRAS PERIODO DE DESENTRENAMIENTO					
	<18 IMC	>18 IMC		<18 IMC	$\Delta_1 - \Delta_2$	>18 IMC	$\Delta_1 - \Delta_2$	<18 IMC	$\Delta_2 - \Delta_3$	>18 IMC	$\Delta_2 - \Delta_3$	$\Delta_1 - \Delta_3$	$\Delta_1 - \Delta_3$
EDAD (años)	10,0 ± 0,94	9,86 ± 0,90		10,10 ± 0,88	1,00	10,00 ± 1,00	1,42	10,30 ± 1,06	1,98	10,29 ± 1,11	2,90	3,00	4,36
PESO (kg)	35,23 ± 3,10	43,91 ± 6,57*		36,09 ± 3,40	2,44*	44,09 ± 6,76*	0,41	36,45 ± 3,19	1,00*	44,11 ± 6,53	0,05	3,46*	0,46
ALTURA (cm)	143,50 ± 6,24	143,00 ± 7,68		145,00 ± 6,15	1,05*	144,43 ± 7,93	1,00*	145,15 ± 6,15	0,10	144,79 ± 8,20	0,25	1,15*	1,25*
IMC (kg/m ²)	17,09 ± 0,50	21,33 ± 1,21*		17,13 ± 0,53	0,23	20,99 ± 1,27*	-1,59*	17,28 ± 0,48	0,88*	20,93 ± 1,28*	-0,29	1,11*	-1,88
COURSE NAV (min)	7,43 ± 2,08	4,41 ± 1,96*		7,44 ± 1,21	0,13	5,74 ± 1,44*	30,16*	6,62 ± 1,29	-11,02*	5,40 ± 1,69	-5,92	-10,90	22,45*
HAND GRIP IZDA.	16,73 ± 2,36	18,51 ± 2,59		16,58 ± 1,85	-0,90	18,86 ± 2,64	1,89*	17,82 ± 1,89	7,48*	20,00 ± 4,49	6,04	6,52	8,05
HAND GRIP DCHA.	17,56 ± 2,21	18,36 ± 3,76		19,06 ± 2,86	8,54	19,81 ± 3,92	7,90*	19,90 ± 2,31	4,41	21,67 ± 3,79	9,39	13,33	18,03*
FLEX. TRONCO (cm)	25,70 ± 6,45	26,93 ± 4,16		25,70 ± 7,55	0,00	26,71 ± 5,19	-0,82	25,00 ± 6,52	-2,72	26,36 ± 4,86	-1,31	-2,72	-2,12
10X4 (m/s)	2,92 ± 0,18	2,85 ± 0,20		3,02 ± 0,24	3,42	3,02 ± 0,18	5,96*	3,03 ± 0,23	0,33	2,98 ± 0,21	-1,32	3,77*	4,56
SALTO DE PIES (cm)	147,10 ± 13,79	132,00 ± 17,46		146,20 ± 17,84	-0,61	135,14 ± 14,70	2,38	146,70 ± 16,37	0,34	131,71 ± 16,32	-2,54	-0,27	-0,22
PER. CINTURA (cm)	64,00 ± 2,62	70,14 ± 5,40*		63,05 ± 2,19	-1,48	72,71 ± 5,15*	3,66	62,60 ± 1,70	-0,71	72,00 ± 5,16*	-0,98	-2,19*	2,65
PER. MUSLO IZDA (cm)	42,00 ± 2,62	46,36 ± 3,12*		40,25 ± 1,93	-4,17*	45,14 ± 1,57*	-2,63	39,75 ± 1,78	-1,24	44,64 ± 2,87*	-1,11	-5,36*	-3,71
PER. MUSLO DCHA (cm)	41,05 ± 1,99	45,93 ± 3,49*		40,55 ± 1,95	-1,22	46,29 ± 1,80*	0,78	40,45 ± 1,85	-0,25	45,21 ± 2,34*	-2,33	-1,46	-1,57
PER. GEMELO IZDA (cm)	32,25 ± 1,27	35,86 ± 2,12*		32,65 ± 1,53	1,24	35,71 ± 1,70*	-0,42	32,45 ± 1,52	-0,61	35,86 ± 2,34*	0,42	0,62	0,00
PER. GEMELO DCHA (cm)	32,65 ± 1,40	36,14 ± 2,21*		32,35 ± 1,70	-0,92	35,43 ± 2,15*	-1,96	32,20 ± 1,64	-0,46	35,43 ± 2,28*	0,00	-1,38	-1,96*

Tabla 5. Variables descriptivas según el nivel inicial de condición física.

	INICIO ENTRENAMIENTO			FIN PERIODO DE ENTRENAMIENTO				TRAS PERIODO DE DESENTRENAMIENTO					
	< COND. FÍS.	>COND. FÍS.	< COND. FÍS.	$\Delta_1 - \Delta_2$	>COND. FÍS.	$\Delta_1 - \Delta_2$	$\Delta_1 - \Delta_2$	< COND. FÍS.	$\Delta_2 - \Delta_3$	>COND. FÍS.	$\Delta_2 - \Delta_3$	$\Delta_1 - \Delta_3$	$\Delta_1 - \Delta_3$
EDAD (años)	9,75 ± 1,04	10,11 ± 0,78	9,88 ± 0,99	1,33	10,22 ± 0,83	1,09	1,09	10,00 ± 1,20	1,21	10,56 ± 0,88	3,33	2,56	4,45*
PESO (kg)	38,98 ± 7,16	38,66 ± 6,09	39,60 ± 6,96	1,59*	39,19 ± 6,14	1,37*	1,37*	39,65 ± 6,71	0,13	39,57 ± 5,86	0,97	1,72	2,35*
ALTURA (cm)	143,25 ± 7,54	143,33 ± 6,20	144,38 ± 7,35	0,79*	145,11 ± 6,51	1,24*	1,24*	144,75 ± 7,59	0,26	145,22 ± 6,52	0,08	1,05*	1,32*
IMC (kg/m ²)	18,91 ± 2,47	18,77 ± 2,30	18,91 ± 2,30	0,00	18,55 ± 2,12	-1,17	-1,17	18,84 ± 2,06	-0,37	18,72 ± 2,15	0,92	-0,37	-0,27
COURSE NAV (min)	5,26 ± 2,20	7,01 ± 2,56	6,28 ± 1,33	19,39	7,16 ± 1,65	2,14	2,14	6,10 ± 1,64	-2,87	6,13 ± 1,56	-14,39*	15,97	-12,55
HAND GRIP IZDA.	16,48 ± 1,91	18,34 ± 2,81	16,99 ± 1,74	3,09	17,99 ± 2,93	-1,91	-1,91	17,75 ± 1,81	2,07	19,58 ± 4,11	11,06	7,71	6,76
HAND GRIP DCHA.	16,16 ± 2,14	19,42 ± 2,60*	18,90 ± 3,59	16,96	19,79 ± 3,05	1,91	1,91	20,09 ± 3,48	6,30	21,11 ± 2,68	6,67	24,32*	8,70*
FLEX. TRONCO (cm)	23,94 ± 6,57	28,22 ± 3,62	22,63 ± 6,70	-5,47*	29,22 ± 4,76	3,54	3,54	22,69 ± 5,92	0,27	28,78 ± 3,93	-1,51	-5,22*	1,98
10X4 (m/s)	2,80 ± 0,19	2,97 ± 0,15	2,85 ± 0,13	1,79	3,18 ± 0,12	7,07*	7,07*	2,88 ± 0,20	1,05	3,13 ± 0,16	-1,57	2,86	5,39*
SALTO DE PIES (cm)	130,88 ± 11,97	149,78 ± 15,67*	133,25 ± 11,21	1,81	149,11 ± 18,44	-0,45	-0,45	131,63 ± 13,75	-1,22	148,44 ± 17,36	0,45	0,57	-0,89
PER. CINTURA (cm)	67,38 ± 4,84	65,78 ± 5,22	67,19 ± 6,19	-0,28	66,89 ± 6,31	1,69	1,69	66,81 ± 5,89	-0,57	66,17 ± 6,17	-1,08	-0,85	0,59
PER. MUSLO IZDA (cm)	43,56 ± 4,30	44,00 ± 2,92	41,81 ± 3,50	-4,02*	42,67 ± 2,69	-3,02*	-3,02*	41,63 ± 3,88	-0,43	41,89 ± 2,98	-1,83	-4,43	-4,80*
PER. MUSLO DCHA (cm)	42,56 ± 3,52	43,50 ± 3,82	42,31 ± 4,03	-0,59	43,44 ± 2,96	-0,14	-0,14	41,75 ± 3,72	-1,32	43,00 ± 2,60	-1,01	-1,90	-1,15
PER. GEMELO IZDA (cm)	33,50 ± 2,83	33,94 ± 2,19	33,69 ± 2,49	0,57	34,11 ± 2,03	0,50	0,50	33,50 ± 2,87	-0,56	34,17 ± 2,29	0,18	0,00	0,68
PER. GEMELO DCHA (cm)	33,88 ± 2,79	34,28 ± 2,29	33,06 ± 2,31	-2,42*	35,43 ± 2,52	3,35	3,35	33,19 ± 2,96	0,39	33,83 ± 2,09	-4,52	-2,04	-1,31

5. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue valorar si el entrenamiento pliométrico en niños prepúberes produce mejoras en su condición física, más concretamente en fuerza máxima de extremidades inferiores y superiores, capacidad motora, capacidad aeróbica, flexibilidad, perímetros de muslo, gemelo y cintura, además de su índice de masa corporal.

Los principales hallazgos de este estudio son que el entrenamiento pliométrico mejora la condición física de los niños prepúberes. Además este parece beneficiar en mayor medida a aquellos con menor experiencia y una menor condición física. En cuanto al nivel de IMC este parece influir en distintas variables según su masa corporal.

Pese a que se ha sugerido que el entrenamiento pliométrico podría no ser seguro en edades tempranas, parece que manteniendo una intensidad adecuada y una recuperación suficiente, este tipo de entrenamiento en niños prepúberes podría ser seguro (12). De hecho, no hemos observado ningún problema ni molestia durante el desarrollo del entrenamiento en ninguno de los participantes. Además, destacan los muchos beneficios que diferentes estudios similares, pero realizados en adolescentes han descrito: aumento de la capacidad de sprint, fuerza muscular, aumento del tamaño de las fibras musculares, VO_2 máx y capacidad de salto (19,28–31).

En general los datos obtenidos en el estudio muestran que a lo largo del proceso de entrenamiento y desentrenamiento son muy sustanciales las ganancias de fuerza en las extremidades superiores y en la capacidad motora de velocidad y agilidad. En estudios similares (19,28) ya se habla de una ganancia de fuerza y velocidad en adolescentes que siguen este tipo de entrenamiento por lo que es entendible que se pudieran producir las mismas adaptaciones en niños pre-adolescentes o prepúberes. Es reseñable que en este caso que no existan mejoras en la fuerza de máxima de las extremidades inferiores, dado que durante los entrenamientos la mayoría del trabajo tenía una clara orientación hacia las piernas, por lo que era presumible que se obtuvieran mejoras sustanciales. En otros estudios relacionados con el entrenamiento pliométrico si que se muestra que mejora la capacidad de salto (17,31), pero parece que esta capacidad en estos estudios se

relaciona más con el salto vertical que con el horizontal. Aunque se presupone que solo por el aumento de la fuerza muscular durante el entrenamiento debería haber una transferencia más clara a la acción que se manifestara en un aumento de la distancia. Se podría contemplar la posibilidad de que existan estas variaciones debido a las condiciones de las zapatillas. Aunque desde el club se insta a que los niños se cambien las zapatillas en el polideportivo para evitar que estas cojan polvo y suciedades con la suela algunos niños las utilizan en más ámbitos pudiendo darse el caso de que al estar estas en malas condiciones el salto fuera menor debido a tener menos agarre en el momento de contacto.

La disminución del perímetro del muslo izquierdo y gemelo derecho, tiene difícil explicación, no se han encontrado estudios que relacionen el entrenamiento pliométrico con los perímetros corporales, así que se desconoce si esta reducción se debe a pérdida de tejido graso o muscular. También el aumento de altura y peso, a pesar de que el entrenamiento podría haber influido en este aspecto, resulta muy difícil de valorar debido a que los niños se encuentran en plena etapa de crecimiento (32), por lo que otros estudios venideros deberían hacer un análisis más exhaustivo para llegar a una conclusión.

También hay que remarcar la importante disminución de la capacidad aeróbica durante las dos semanas de desentrenamiento. La capacidad aeróbica tiene un alto efecto residual que no se pierde en un periodo de dos semanas (33) por lo que este fenómeno parece responder a que la prueba no fue realizada al máximo por los participantes.

Una vez comparados los datos respecto a todo el grupo, antes de proceder a separar grupos se pasó el cuestionario PAQ-C a los participantes, al no existir diferencias en los niveles de actividad física entre grupos podemos descartar que las ganancias o mejoras en determinadas variables se deban a que unos realizan más actividad física extra que otros. Aunque como se demuestra en otros estudios el nivel de condición física no sólo depende de la cantidad de actividad física practicada, sino que tiene un importante componente genético, así como otros factores como la dieta o alimentación y distintos factores psicosociales (22,34).

Un mayor número de años de experiencia en fútbol sala se relaciona con mayores niveles de fuerza máxima de tren superior. A pesar de tener niveles similares de actividad física multitud de estudios han señalado que una práctica física llevada a cabo regularmente incrementa los niveles de distintas variables de condición física, entre ellos los niveles de fuerza muscular (35,36). Durante el proceso de entrenamiento encontramos mejoras de los novatos, especialmente en fuerza de las extremidades superiores y velocidad y agilidad, aquí nos encontramos con uno de los principios básicos de la teoría del entrenamiento, que la experiencia condiciona la forma física de manera que aquellos niños con una menor experiencia tengan un mayor grado de mejora asociado a una mayor reserva de adaptación, de forma que con el mismo estímulo de ejercicio que sus compañeros su mejora de la condición física es mayor (37). Por ello es obvio que los que menor experiencia y menores datos tienen mejoran en mayor medida que los más experimentados, pero la mejora se debería producir en ambos grupos independientemente del grado, como en otros estudios (14,29), por lo que se debería valorar como evolucionarían con un estímulo de entrenamiento de mayor intensidad. Por tanto se podría afirmar de esta forma que el entrenamiento pliométrico beneficia en general tanto a aquellos niños que posean una base en ese deporte como a los que no, pero en mayor medida a aquellos que poseen menor experiencia deportiva en fútbol sala.

A continuación en base a los niveles de masa corporal (± 18 IMC), otros estudios similares ya habían observado que un mayor IMC se asocia con unos niveles superiores en fuerza, presumiblemente debido a la confusión del músculo y la grasa en la prueba del IMC (38). Mientras que también parece obvio que un mayor IMC es un parámetro perjudicial para el rendimiento especialmente para las actividades de velocidad y agilidad. Por otro lado la capacidad aeróbica, aunque tiene un importante componente genético la actividad física es su principal determinante (39), por lo que no se pueden establecer unas conclusiones claras, aunque en algún estudio ya parece existir una relación inversa entre mayor masa corporal y mejor resistencia aeróbica (40,41).. El entrenamiento pliométrico parece beneficiar en mayor medida al grupo de mayor masa corporal que obtiene mejoras tanto en aquellas pruebas que tenían menores valores, como en aquellos que tenían unos datos superiores al otro grupo

especialmente en fuerza (42). Muy reseñable es también que se produzca una disminución del IMC en el grupo de mayor índice durante el periodo de entrenamiento y un aumento del mismo en el otro grupo, que parece estar más relacionado con un incremento de la altura, necesitando de otros estudios que valorarán este aspecto más de cerca. Se podría afirmar que la pliometría resulta más efectivo en aquellos con mayor IMC en términos de fuerza máxima, capacidad motora y resistencia cardiorrespiratoria así como una pequeña disminución del IMC.

Finalmente diferenciando grupos por nivel previo de condición física, en cuanto los valores obtenidos encontramos unos resultados bastante similares, excepto en la fuerza máxima en la extremidad superior y salto horizontal. Durante el resto del programa de entrenamiento es notable las mejoras en fuerza máxima de las extremidades superiores, velocidad y agilidad en aquellos que tienen un mayor nivel de condición física. Destacable es también los cambios en la flexibilidad durante el periodo de entrenamiento, en el que disminuye significativamente, la mayoría de los estudios no tienen en cuenta esta variable en sus mediciones (14,17,18) y mucho menos no hablan de una reducción de la movilidad, porque el entrenamiento pliométrico es inherente a esta capacidad, por lo que parece asemejarse más un error de medida o a un esfuerzo insuficiente de los niños mientras realizaban la prueba, ya que la no es una prueba cómoda. Por todo ello podríamos hablar de que el entrenamiento pliométrico obtiene mejoras en la fuerza y velocidad de los niños, independientemente de su nivel de condición física, aunque sí que se asocia más que aquellos de mayor nivel obtengan mayores mejoras en parámetros de velocidad.

Por supuesto, este estudio no esta exento de limitaciones, como las que existieron en la prueba de 20 m de ida y vuelta, en la que durante la última medición los resultados fueron muy bajos respecto a la medición de dos semanas antes. En ese tiempo el desentrenamiento no es suficiente para provocar esas adaptaciones, la explicación es que esa prueba no fue del agrado de los niños ya que conlleva un esfuerzo submáximo, por lo que en la última medición se presupone que no lo hicieron al máximo. Para el estudio de los factores antropométricos sería necesario una ampliación del estudio donde se tuvieran en cuenta en mayor medida edades biológicas y etapa de maduración para valorar el crecimiento durante el estudio así

como valorar si el tejido que ha cambiado de los perímetros se debe a aumentos o pérdidas de grasa o músculo. Así mismo también tener en cuenta la regulación del dinamómetro como factor importante para la realización de la prueba, se debería haber individualizado el grip en función del tamaño de la mano del niño, en futuros estudios se debería tener en cuenta. Incorporar un grupo control hubiera ayudado a entender realmente el grado de beneficio otorgado a la aplicación del entrenamiento pliométrico comparando al grupo que lo ha realizado con otro grupo de similares características que simplemente seguía un entrenamiento de fútbol sala.

6. CONCLUSIONES

Como conclusiones a este estudio destacamos que:

1. El entrenamiento pliométrico mejora parámetros de condición física en niños prepúberes, especialmente en variables como fuerza máxima de las extremidades superiores superior, velocidad y agilidad.
2. Atendiendo a la división por grupos:
 - a. El entrenamiento pliométrico produce mayores adaptaciones en aquellos que tienen una menor experiencia deportiva en el fútbol sala.
 - b. Respecto al IMC ambos grupos tienen adaptaciones con este tipo de entrenamiento, pareciendo corresponder a aquellos con menor IMC mejoras en pruebas aeróbicas y aquellos con más masa corporal mejoras en pruebas de velocidad y agilidad.
 - c. Por último sobre como influye el entrenamiento pliométrico según el nivel inicial de condición física, en ambos grupos se producen mejoras, pero parece que beneficia en mayor medida a aquellos que tienen un mejor nivel de condición física
3. Pruebas antropométricas necesitan de una mayor atención en futuros estudios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Germán Vicente su constante atención y ayuda en la guía y realización de este estudio. Agradecer también al club de fútbol sala Monegros Sur, por haberme facilitado y ayudado en todo lo posible en la organización y puesta en práctica de cada uno de las sesiones de entrenamiento y sobretodo a los participantes que han sido objeto de estudio y han prestado su tiempo de manera desinteresada, de forma que han hecho posible que este trabajo saliera adelante.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Ejercicio Físico Y Salud En Poblaciones Especiales. Consejo Superior de Deportes. 2011. 101-192 p.
2. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes.* 2008;32(1):1–11.
3. Ara I, Vicente-Rodríguez G. Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int J Obes.* 2004;28:1585–93.
4. Kim HJ, Lee K-J, Jeon YJ, Ahn MB, Jung IA, Kim SH, et al. Relationships of physical fitness and obesity with metabolic risk factors in children and adolescents: Chungju city cohort study. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2016;21(1):31.
5. González-Gross M, Meléndez A. Sedentarism, active lifestyle and sport: Impact on health and obesity prevention. *Nutr Hosp.* 2013;28 Suppl 5:89–98.
6. Tancredi G, Lambiase C, Favoriti A, Ricupito F, Paoli S, Duse M, et al. Cardiorespiratory fitness and sports activities in children and adolescents with solitary functioning kidney. *Ital J Pediatr. Italian Journal of Pediatrics;* 2016;42(1):43.

7. Nathan N, Wolfenden L, Williams CM. Educational interventions are effective in treating childhood obesity. *Br J Sports Med*. 2015;0(0):2–4.
8. Barbero-Alvarez JC, Soto VM, Barbero-Alvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci*. 2008;26(1):63–73.
9. Márquez S. Incidencia , causas y prevención de lesiones deportivas en el fútbol sala. *Arch Med del Deport*. 2001;XVIII(83):205–10.
10. García D, Herrero J a., De Paz J a. Metodología del entrenamiento pliométrico. *Rev Int Med y Ciencias la Act Fis y el Deport*. 2003;3(12):190–204.
11. Crawford, M. & Jamnik R. Plyometric Training for Helath-Related Fitness. *Heal Fit J Canada*. 2009;2(1):13–6.
12. Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC. Plyometrics’ Trainability in Pre-Adolescent Soccer Athletes. *J Strength Cond Res*. 2012;
13. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current Concepts of Plyometric Exercise. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(6):760–86.
14. Sohnlein Q, Muller E, Stoggl TL. The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *J Strength Cond Res*. 2014;28(8):2105–14.
15. Konukman F, Jenkins A, Yilmaz I, Zorba E. Teaching Plyometric Training to Children. *Strategies*. 2008;22(2):31–5.
16. McKay D, Henschke N. Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *Br J Sports Med*. 2012;46(10):727–8.
17. Yiannis M. Plyometric training programs for young soccer players: a systematic review. *Int J Sport Stud*. 2014;4(12):1455–61.
18. Johnson BAAJ, Salzberg CHLS, Stevenson, A D. A systematic Review: Plyometric Training programs for Young Children. *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2623–33.

19. Newton RU, Villarreal ES De, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2010;10(5):513–22.
20. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, et al. Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *J strength Cond Res*. 2010;24(5):1389–98.
21. Ruiz J., España V, Castro J, Artero E., Ortega F., García M, et al. Batería ALPHA-Fitness : test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*. 2011;26(6):1210–5.
22. Rey-López JP, Vicente-Rodríguez G, Biosca M, Moreno LA. Sedentary behaviour and obesity development in children and adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008;18(3):242–51.
23. Vicente-Rodríguez G. Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone*. 2003;33:853–9.
24. Vicente-Rodríguez G. How does Exercise Affect Bone Development during Growth? *Sport Med*. 2006;36(7):561–9.
25. Brien SE, Katzmarzyk PT, Craig CL, Gauvin L. Physical activity, cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of substantial weight gain and obesity: The Canadian physical activity longitudinal study. *Can J Public Heal*. 2007;98(2):121–4.
26. Jiménez A. Assessing physical ability and its relationship with health. *J Hum Sport Exerc*. 2007;IV(II):100–13.
27. Kowalski KC, Crocker PRE, Donen RM. The Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) and Adolescents (PAQ-A) Manual. *Coll Kinesiol Univ Saskatchewan*. 2004;1–37.
28. Potteiger J a., Lockwood RH, Haub MD, Dolezal B a., Almuzaini KS, Schroeder JM, et al. Muscle Power and Fiber Characteristics Following 8 Weeks of Plyometric Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 1999. p. 275.

29. Sar Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions on young players. *J Strength Cond Res.* 2009;23(9):2605–13.
30. Asadi A. Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sci Health.* 2013;9(3):133–7.
31. Matavulj D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41(2):159–64.
32. Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR, Brooks S V. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007;34(11):1091–6.
33. Navarro Valdivielso F. Entrenamiento adaptado a los jóvenes. *Rev Educ.* 2004;335:61–80.
34. Zaqout M, Michels N, Bammann K, Ahrens W, Sprengeler O, Molnar D, et al. Influence of physical fitness on cardio-metabolic risk factors in European children. *Int J Obes.* 2016;(April).
35. Bergeron MF. Improving health through youth sports: is participation enough? *New Dir Youth Dev.* 2007;(115):27–41, 6.
36. Dogramaci SN, Watsford ML, Murphy AJ. Time-motion analysis of international and national level futsal. *J Strength Cond Res.* 2011;25:646–51.
37. Legaz Arrese A. MANUAL DE ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Entrenamiento Deportivo. 2ª ed. Paidotribo; 2012. 1012 p.
38. Wang H, Ramakrishnan A, Fletcher S, Prochownik E V, Genetics M. Endurance, explosive power and muscle strength in relation to Body Mass Index and physical fitness in Greek children aged 7 to 10-y-old. 2015;2(2):394–406.
39. España-Romero V, Ortega FB, Ruiz JR, Artero EG, Martínez-Gómez D, Vicente-Rodriguez G, et al. Role of cardiorespiratory fitness on the association between

- physical activity and abdominal fat content in adolescents: The HELENA study. *Int J Sports Med.* 2010;31(10):679–82.
40. Kelley GA, Kelley KS. Exercise and BMI z-score in overweight and obese children and adolescents : protocol for a systematic review and network meta-analysis of randomised trials. *BMJ Open.* 2016;6:1–7.
 41. Łucas K, Alexander W, Alexander J-S, Mariusz P. Physical fitness of overweight and underweight preschool children from PubMed Commons. *Anthropol Anzeiger.* 2016;10.
 42. Montalcini T, Ferro Y, Salvati MA, Romeo S, Miniero R, Pujia A. Gender difference in handgrip strength of Italian children aged 9 to 10 years. *Ital J Pediatr. Italian Journal of Pediatrics;* 2016;42(16):4–9.

ANEXOS**CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA NIÑOS (PAQ-C)**

Queremos conocer cuál es tu nivel de actividad física en los últimos 7 días (última semana). Esto incluye todas aquellas actividades como deportes, gimnasia o danza que hacen sudar o sentirte cansado, o juegos que hagan que se acelere tu respiración como jugar al pilla-pilla, saltar a la comba, correr, trepar y otras.

Recuerda:

1. No hay preguntas buenas o malas. Esto NO es un examen
2. Contesta las preguntas de la forma más honesta y sincera posible. Esto es muy importante

1. Actividad Física en tu tiempo libre: ¿Has hecho alguna de estas actividades en los últimos 7 días (última semana)? Si tu respuesta es sí: ¿cuántas veces las has hecho? (Marca un solo círculo por actividad)

	NO	1-2	3-4	5-6	7 veces o +
Saltar a la comba.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Patinar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jugar a juegos como el pilla-pilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Montar en bicicleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Caminar (como ejercicio)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correr/footing	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aeróbic/spinning.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Natación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bailar/danza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bádminton.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rugby	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Montar en monopatín.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fútbol/ fútbol sala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voleibol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hockey	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Baloncesto.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esquiar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros deportes de raqueta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balonmano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atletismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Musculación/pesas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artes marciales (judo, kárate, ...).....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física, ¿cuántas veces estuviste muy activo durante las clases: jugando intensamente, corriendo, saltando, haciendo lanzamientos? (Señala sólo una)

No hice actividad física ☐

Casi nunca ☐

Algunas veces..... ☐

A menudo ☐

Siempre..... ☐

3. En los últimos 7 días ¿ qué hiciste normalmente a la hora de la comida (antes y después de comer)? (Señala sólo una)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) ☐

Estar o pasear por los alrededores..... ☐

Correr o jugar un poco ☐

Correr y jugar bastante ☐

Correr y jugar intensamente todo el tiempo ☐

4. En los últimos 7 días, inmediatamente después de la escuela hasta las 6, ¿cuántos días jugaste a algún juego, hiciste deporte o bailes en los que estuvieras muy activo? (Señala sólo una)

Ninguno ☐

1 vez en la última semana ☐

2-3 veces en la ultima semana. ☐

4 veces en la última semana..... ☐

5 veces o más en la última semana ☐

5. En los últimos 7 días, cuantas días a partir de media tarde (entre las 6 y las 10) hiciste deportes, baile o jugaste a juegos en los que estuvieras muy activo? (Señala sólo una)

Ninguno ☐

1 vez en la última semana ☐

veces en la ultima semana ☐

4 veces en la última semana..... ☐

5 veces o más en la última semana ☐

6. El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, baile o jugar a juegos en los que estuviste muy activo? (Señala sólo una)

Ninguno ☐

1 vez en la última semana ☐

2-3 veces en la ultima semana ☐

- 4 veces en la última semana..... ☐
- 5 veces o más en la última semana ☐

7. ¿Cuál de las siguientes frases describen mejor tu última semana? Lee las cinco antes de decidir cuál te describe mejor. (Señala sólo una)

- Todo o la mayoría de mi tiempo libre lo dediqué a actividades que suponen poco esfuerzo físico..... ☐
- Algunas veces (1 o 2 veces) hice actividades físicas en mi tiempo libre (por ejemplo, hacer deportes, correr, nadar, montar en bicicleta, hacer aeróbic)..... ☐
- A menudo (3-4 veces a la semana) hice actividad física en mi tiempo libre..... ☐
- Bastante a menudo (5-6 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre..... ☐
- Muy a menudo (7 o más veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre..... ☐

8. Señala con qué frecuencia hiciste actividad física para cada día de la semana (como hacer deporte, jugar, bailar o cualquier otra actividad física)

	Ninguna	Poca	Normal	Bastante	Mucha
Lunes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Martes.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miércoles.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jueves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viernes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sábado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Domingo.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. ¿Estuviste enfermo esta última semana o algo impidió que hicieras normalmente actividades físicas?

- Sí..... ☐
- No ☐

AUTORIZACIÓN PARA LA MEDICIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

Me pongo en contacto con ustedes con el objetivo ponerles en conocimiento de que a partir de enero y hasta marzo se van a realizar dentro de los entrenamientos del club un programa de entrenamiento de pliometría y unas mediciones de la condición física para colaborar en la práctica del trabajo fin de grado del entrenador del Alevín A de Monegros Sur, Sergio López Salaber para la Universidad de Zaragoza. Las pruebas de valoración consisten en realizar pruebas de fuerza de extremidades inferiores y superiores, una prueba aeróbica, otra de flexibilidad y mediciones antropométricas de altura y peso. Son pruebas que habitualmente se realizan en los colegios y que traen consigo un bajo riesgo de lesión o peligro. Los fines de este estudio son exclusivamente didácticos. Ruego me devuelvan la autorización firmada con la mayor brevedad posible para poder participar en los entrenamientos.

D./Dña _____ con DNI nº _____,
_____, como padre/madre o tutor legal de _____

Autorizo

Al alumno de la Facultad de Salud y Deporte SERGIO LÓPEZ SALABER para que realice las pruebas de condición física, en el marco de la asignatura correspondiente de los estudios de Grado de la Universidad de Zaragoza, para uso docente.

En _____ a _____ de _____ de 2016

FIRMADO:

(Participante o Padre, madre o tutor legal de un participante)

HOJA DE TOMA DE LAS MEDICIONES

	NOMBRE	EDAD	PESO	ALTURA	IMC	COURSE N	HAND GRIP				FLEX. TRONCO		10X4	
							Derecha		Izquierda		1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba
							1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba				
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														

	NOMBRE	SALTO PIES		PERIMETRO CINTURA		PERÍMETRO MUSLO				PERÍMETRO GEMELO			
						Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha	
		1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba	1ª Prueba	2ª Prueba
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													

MATERIALES

Materiales de las mediciones:

Ilustración 1. Báscula Bosch AxxenceAnalysis Graphic



Ilustración 2. Tallímetro



Ilustración 3. Cajón antropométrico



Ilustración 4. Dinamómetro SMEDLEY III T-19D



Ilustración 5. Cinta métrica



Ilustración 6. Petos



Ilustración 7. Equipo de sonido para test 20 metros ida y vuelta



Ilustración 8. Cinta antropométrica



Ilustración 9. Cronómetro



Materiales de los entrenamientos de pliometría:

Ilustración 10. Picas



Ilustración 11. Banco



Ilustración 12. Escalera de agilidad

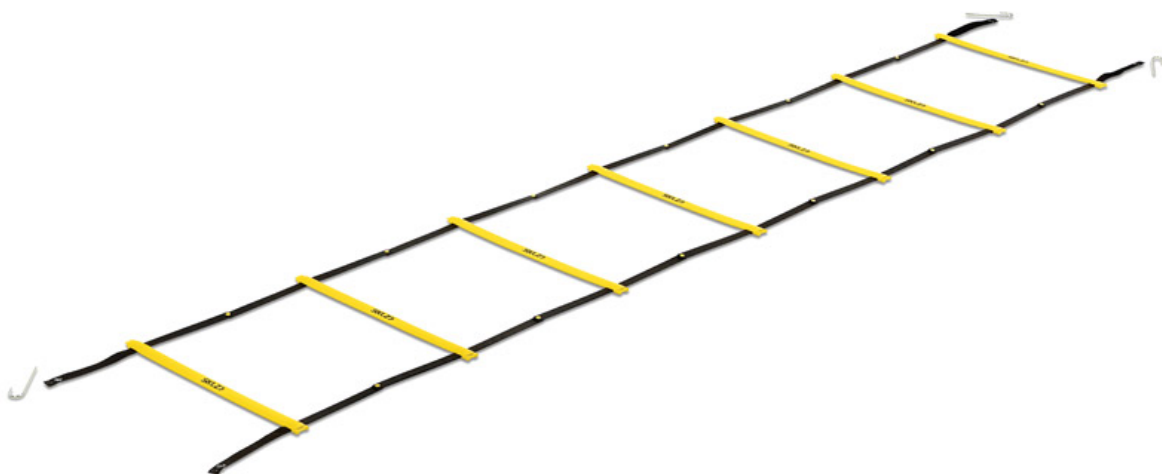


Ilustración 13. Obstáculo salto lateral

